

⑫ **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

④⑤ Veröffentlichungstag der Patentschrift:
18.05.83

⑤① Int. Cl.³: **F 28 G 9/00**

②① Anmeldenummer: **80106863.6**

②② Anmeldetag: **07.11.80**

⑤④ **Vorrichtung und Verfahren zum periodischen Abreinigen von Wärmeaustauscherrohren von Feststoffablagerungen und Verwendung dieser Vorrichtung.**

③① Priorität: **30.11.79 DE 2948201**

⑦③ Patentinhaber: **Degussa Aktiengesellschaft,**
Weissfrauenstrasse 9, D-6000 Frankfurt am Main 1 (DE)

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung:
10.06.81 Patentblatt 81/23

⑦② Erfinder: **Korte, Hans Dieter, Dr.,**
Auguste-Viktoria-Str 57, D-5040 Brühl (DE)
Erfinder: **Mück, Gustav, Röntgenstr 7,**
D-5303 Bornheim-Walberberg (DE)

④⑤ Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
18.05.83 Patentblatt 83/20

⑧④ Benannte Vertragsstaaten:
BE DE FR GB IT NL

⑤⑥ Entgegenhaltungen:

DE-A-1 501 477
DE-A-2 615 433
DE-A-2 725 045
DE-B-1 289 235
DE-C-1 233 420

EP 0 029 933 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Vorrichtung und Verfahren zum periodischen Abreinigen von Wärmeaustauscherrohren
von Feststoffablagerungen und Verwendung dieser Vorrichtung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zum periodischen Abreinigen der mit einem Prozessgas durchströmten Rohre eines zur Wärmeabfuhr aus einem heissen, feindispersen Feststoff enthaltenden Prozessgasstrom verwendeten Wärmeaustauschers von Ablagerungen des Feststoffs und Verwendung dieser Vorrichtung.

Bei der Abtrennung von feindispersen Feststoffen, die in einem thermischen Prozess, wie der Russerzeugung oder der Gewinnung pyrogener Kieselsäuren gebildet werden und von einem Gasstrom — in den genannten Fällen vom eigenen Prozessgasstrom — transportiert werden, stellt sich die Aufgabe, die vom Transportgas mitgeführte Wärme zu entziehen, um den Feststoff in Schlauchfiltern oder anderen Einrichtungen abscheiden zu können und die abgeführte Wärme dem Produktionsprozess wieder zuführen zu können. Die Wärme wird dabei meist über Wärmeaustauscher entzogen, deren Austauschorgane aus Rohrbündeln oder Einzelrohren bestehen, durch die das Transport- bzw. Prozessgas geleitet wird. Je nach Art des im Gasstrom enthaltenen festen Schwebestoffs kommt es im Laufe der Betriebsdauer zu Ablagerungen desselben an den Innenwänden der Rohre, wodurch einerseits der Gasdurchfluss und andererseits der Wärmeübergang vermindert wird. Dieser Vorgang kann zum vollständigen Zuwachsen einzelner Rohre führen, was eine Beschädigung des Wärmeaustauschers zur Folge haben kann. Wenn nämlich, wie üblich, die Rohrenden von Rohrbündel-Wärmetauschern an bzw. in den einander gegenüberliegenden Stirnplatten des Austauschers befestigt sind, bewirkt das infolge zunehmender Wärmeisolation zustand kommende Kälterwerden verstopfter Rohre in der Nachbarschaft heisserer Rohre das Auftreten von Materialspannungen. Das zugesetzte, verkürzte Rohr kann dabei durch die es überdehnenden Nachbarrohre abgerissen werden.

Es bestand daher bei Prozessen, bei denen ein heisses Prozessgas bzw. -abgas ein feinteiliges Festprodukt mit sich führt, welches aus dem vorher abgekühlten Gasstrom abgeschieden werden muss, seit langem ein dringendes Bedürfnis, das Ansatzproblem in mit Rohren arbeitenden Wärmeaustauschern zu lösen, ohne den Betrieb des Wärmetauschers unterbrechen zu müssen oder Zuflucht zu aufwendigen und reparaturanfälligen mechanischen Reinigungsapparaturen zu nehmen. Besondere Probleme bereitete das Zusetzen von Wärmetauschern bei der Herstellung von Russen und pyrogenen Kieselsäuren, welche wegen ihrer hohen Oberflächenaktivität besonders stark zum Ansetzen und Aufwachsen neigen.

Nach der DE-A-1 501 477 ist eine Vorrichtung zum Abreinigen der mit einem Prozessgas durchströmten Rohre eines zur Wärmeabfuhr aus einem heissen, Feststoff enthaltenden Prozessgasstrom verwendeten Wärmeaustauschers von Ablagerungen des Feststoffs bekannt. Dabei ist zentrisch über den Gasaustrittsmündungen der Wärmeaustauscherrohre eine mit mindestens einem Absperrorgan versehene Leitung für die periodische Zufuhr eines

gegenüber dem Prozessgas Überdruck aufweisenden Reinigungsgases in Verbindung mit Strahldüsen vorgesehen. Das einander Entgegenströmen von Prozessgas und Reinigungsgas ist wesentlich für eine gute Abreinigungswirkung.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung für denselben Zweck zu schaffen, mit der sich die Gefahr von Verstopfungen der Blasdüsen bzw. der Prozessgasrohre im Blasdüsenbereich durch die im Prozessgas suspendierten Feststoffteilchen sowie die Abbremsung des Prozessgasstroms durch den Spülgasstrahl vermeiden lässt. Daneben sollte die Vorrichtung bauliche Kompaktheit und Unempfindlichkeit gegenüber Wärmespannungen aufweisen und auf einfache Weise eine aufeinanderfolgende Abreinigung jeweils einer begrenzten Rohrzahl des Wärmeaustauschers zur Vermeidung von grösseren Druckschwankungen in Anlagen, in welchen der Wärmeaustauscher eingebunden ist, ermöglichen.

Es wurde nun gefunden, dass man die geschilderten Probleme einfach und nachhaltig mit einer Vorrichtung lösen kann, welche lediglich in das Prozessgasanströmrohr eingebaut zu werden braucht und Strahldüsen benutzt, welche zentrisch über den auf einer Seite des Wärmeaustauschers befindlichen Mündungen der Prozessgasrohre justiert sind und mit einer mit Absperrorganen versehenen Leitung für die periodische Zufuhr eines gegenüber dem Prozessgas Überdruck aufweisenden Reinigungsgases in Verbindung stehen.

Die Vorrichtung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Strahldüsen über den Gaseintrittsmündungen der Prozessgasrohre und die Zufuhrleitungen für das Reinigungsgas jeweils über einer auf einer Linie liegenden Rohrserie angeordnet sind, wobei mindestens jeweils zwei dieser Zufuhrleitungen übereinander liegen und die untere, kürzere Leitung aussenliegende und die obere Leitung innenliegende Düsen versorgt und wobei die Länge der aussen- und innenliegenden Strahldüsen so bemessen sind, dass ihre Austrittsöffnungen in derselben Ebene münden.

Die Strahldüsen sind über den Gaseintrittsmündungen der Wärmeaustauscherrohre in einem Abstand angeordnet, dass der Gasstrahl, der die im Ansetzen begriffenen Feststoffbeläge abreinigen soll, an der Gaseintrittsmündung jedes Rohrs dessen vollen Querschnitt erlangt. Da die Strahldüsen einen fächerförmigen Gasstrahl aussenden, wirkt auch deren Austrittsquerschnitt abstandbestimmend. Im allgemeinen ist der Querschnitt der Düsenmündungen wesentlich geringer als der Eintrittsquerschnitt der Austauscherrohre und kann z.B. bei in Furnacerussanlagen verwendeten Rohrbündelwärmetauschern ein Verhältnis von 1 : 9,4 aufweisen. Bei einer solchen Auslegung haben sich Düsenabstände zwischen 90 und 150 mm als günstig erwiesen.

Die in den Spülgaszufuhrleitungen eingeschalteten Absperrorgane dienen dazu, die Zufuhr von Spülgas gezielt auf bestimmte Spülgaszufuhrleitungen zu beschränken. Es wird dadurch ein serienweises oder nacheinander erfolgendes Abreinigen der Wärme-

austauscherrohre ermöglicht. Dadurch beeinflussen die Abreinigungsperioden den kontinuierlichen Prozess, in dem der Wärmeaustauscher arbeitet, nicht störend.

Die durch das Prozessgasanströmröhr am Wärmeaustauscher geführten Zufuhrleitungen für das Reinigungsgas können mit dem Anströmröhr starr, z.B. durch Einschweissen, verbunden und die zuoberste Zufuhrleitung in zwei am Ende geschlossene, in kleinem Abstand einander gegenüberliegende Leitungsabschnitte geteilt sein. Jeder Abschnitt der obersten Leitung überspannt hierbei also die Hälfte des betreffenden Anströmröhrquerschnitts und trägt an seinem äusseren Ende ein Absperrorgan. Von Vorteil ist ferner, wenn die geschlossenen Enden dieser beiden Leitungsabschnitte in einer Gleitführung aufgenommen sind, weil damit Wärmespannungen vermieden werden und die Leitungsanordnung schwingungsunempfindlich wird.

Eine vorteilhafte Variante der Erfindung, die sich auf alle bisher beschriebenen Ausführungsformen der Vorrichtung anwenden lässt, besteht darin, dass die einzelnen Zufuhrleitungen für das Reinigungsgas zu einer Hauptleitung zusammengefasst sind und in der Hauptleitung ein Druckimpulsgeber zur Registrierung der Abreinigungsperioden eingebaut ist, wobei letzterer im Bereich einer in der Hauptleitung eingebauten Blende oder eines in der Hauptleitung eingebauten Venturirohrs angeschlossen ist.

Da die Abreinigungswirkung um so intensiver ist, je höher die Geschwindigkeit des Gasstrahls ist, sieht schliesslich eine besonders bevorzugte Ausbildung der erfindungsgemässen Vorrichtung vor, dass die Strahldüsen als Lavalldüsen ausgebildet sind, mit denen sich Gasanströmgeschwindigkeiten oberhalb der Schallgeschwindigkeit erreichen lassen.

Mit der beschriebenen Vorrichtung lassen sich mit einem heissen, feindispersen Feststoff enthaltenden Prozessgasstrom beaufschlagte Rohre eines Wärmeaustauschers leicht und nachhaltig wirksam von den unvermeidlichen Ablagerungen des Feststoffs abreinigen, indem man die Rohre während des kontinuierlichen Prozessbetriebs periodisch mit einem zentrisch in die Gaseintrittsmündungen der Rohre gerichteten, schlagartig freigesetzten und kurzzeitig aufrechterhaltenen Gasstrahl hoher Geschwindigkeit spült.

Der Spülgasstrahl soll schlagartig, d.h. in einer Zeitspanne von weniger als 3 sec seine volle Stärke entfalten.

Die Dauer der Spülperiode wird natürlich von der Art des abzureinigenden Feststoffs, seiner Adhäsions- und Aggregationsneigung beeinflusst. Der Abreinigungseffekt wächst mit der Geschwindigkeit des spülenden Gasstrahls, weshalb eine Variante des erfindungsgemässen Verfahrens vorsieht, dass der Gasstrahl Überschallgeschwindigkeit aufweist. Diese lässt sich mit Lavalldüsen erzielen.

Eine bevorzugte Verfahrensvariante sieht vor, die Rohre des Wärmeaustauschers während eines Abreinigungszyklus mittels der einzelnen Leitungen für das Reinigungsgas zugeordneten Absperrorgane serienweise zu spülen, um die Auswirkungen auf den parallellaufenden Wärmeaustausch und die Rückwir-

kungen auf den Gesamtprozess so gering wie möglich zu halten.

Besondere Bedeutung kommt auch der Dauer der Pausen zwischen den Abreinigungsperioden zu. Es hat sich als zweckmässig erwiesen, für die Abreinigungsperiode ein empirisch ermitteltes Zeitintervall zu wählen, in dem keines der Wärmeaustauscherrohre mit Feststoff zuwachsen kann.

Bei Rohrbündelaustauschern kann man so vorgehen, dass man die Manteltemperatur der — so wurde gefunden — am meisten verstopfungsgefährdeten Aussenrohre überwacht und bei Unterschreiten eines empirisch oder rechnerisch ermittelten Schwellenwertes den Spülvorgang auslöst. Alternativ hierzu kann man auch die Temperatur des aus den aussenliegenden Wärmeaustauscherrohren abströmenden Prozessgases überwachen und bei Überschreiten eines vorgegebenen Wertes den Spülvorgang auslösen.

Die Wahl des Spülgases richtet sich im allgemeinen nach der Art des Prozessgases, welcher die Feststoffteilchen transportiert. Wichtig ist aber, dass das Gas trocken ist, damit der abgeschiedene Feststoff nicht verklebt oder verklumpt. Beim Furnacerausverfahren hat sich die Anwendung von Heissdampf mit einer Temperatur, die über der Gasaustrittstemperatur des zu reinigenden Wärmeaustauschers liegt, bewährt.

Wo es das den sogenannten Prozessgasstrom liefernde Verfahren erlaubt, kann das Spülgas den Strahldüsen auch pulsierend zugeführt werden. Die dabei in die Austauscherröhre hinein übertragenen intermittierenden Gasstrahlimpulse verstärken durch eine Art Kavitationseffekt die Ablösung bzw. den Abbau von Ansatzschichten des Feststoffs.

Ein Gegenstand der Erfindung ist schliesslich die Verwendung der Abreinigungsverfahren unter Anwendung des Abreinigungsverfahrens bei der Wärmeabfuhr aus dem Prozessabgas der Gewinnung von Russen oder pyrogenen anorganischen Oxiden, wie Siliciumdioxid oder auch Titandioxid, Aluminiumoxid, Al-Si-Mischoxiden und -Oxidmischungen.

Aufbau und Verfahrensfunktion der erfindungsgemässen Vorrichtung werden im folgenden anhand der beiliegenden Zeichnung und eines Ausführungsbeispiels näher erläutert.

In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 eine Seitenansicht der im Anströmröhr eines Rohrbündelwärmeaustauschers angeordneten Abreinigungsverfahren mit fixen Strahldüsen im Schnitt A-A von Fig. 2;

Fig. 2 eine Draufsicht auf die Vorrichtung von Fig. 1.

Nach Fig. 1 und 2 ist die Abreinigungsverfahren in das Prozessabgasanströmröhr 6 eines im Furnacerausverfahren vor der Filteranlage zur Russabscheidung eingeschalteten Rohrbündelwärmeaustauschers eingebaut.

Das Anströmröhr 6 ist über Flansche 12 mit dem Mantel des Wärmeaustauschers verbunden; es könnte indessen auch Teil des Wärmeaustauschers sein. Dessen Austauschrohre 2 mit 43,1 mm lichter Weisse münden mit ihren Eintrittsöffnungen für das Russteilchen-haltige Prozessabgas in den Bohrungen einer Halte- und Verteilerplatte 13 und sind mit

dieser durch Verschweissen verbunden. Zentrisch über den Gaseintrittsöffnungen 1 und in kleinem Abstand zu diesen (ca. 100 mm) münden Strahldüsen 5 mit einem Düsendurchmesser von 14 mm. Die Düsen 5 für die inneren Rohre sitzen an den oberen Zufuhrleitungen 4 für das Reinigungsgas, die Düsen 5' für die äusseren Rohre an den unteren Spülgaszufuhrleitungen 4'. Die jeweils mit ihren rückwärtigen Abschnitten durch das Anströmrrohr 6 geführten und mit diesem starr verbundenen Leitungen 4' sind auf ihrer Oberseite mit der Unterseite der Leitungen 4 durch Anschweissen fest verbunden. Gegenüberliegende Leitungen 4 überspannen in etwa den halben Querschnitt des Anströmrrohrs 6 und sind an ihrem verschlossenen Ende in einer Gleithülse 7 aufgenommen, wobei je ein Leitungsende mit der Hülse fest verbunden ist und das korrespondierende Leitungsende in die Hülse verschieblich eingesteckt ist.

In jede der Spülgaszufuhrleitungen ist ausserhalb des Anströmrrohrs ein Ansperrorgan 3 für die Steuerung des Spülgasflusses vorgesehen. Die einzelnen Zufuhrleitungen für das Reinigungsgas sind zu einer Hauptleitung 9 zusammengefasst, in welcher im Bereich eines Venturirohrs 11 ein Druckimpulsgeber 10 angeschlossen ist. Die in Fig. 2 gezeigte, um das Anströmrrohr gekrümmte Führung von Sammel- und Hauptleitung verringert nicht bloss den Platzbedarf, sondern vereinfacht vor allem Wärmeschutzmassnahmen gegen Kondensatbildung innerhalb des Rohrsystems.

Bei der Durchführung des Abreinigungsverfahrens in der Vorrichtung nach Fig. 1 und 2 lässt man innerhalb eines vorgegebenen Zeitintervalls oder anhand eines an den Mänteln oder Gasaustrittsmündungen äusserer Rohre abgenommenen Temperatursignals durch schlagartiges Öffnen von Absperrorganen 3 Spülstrahlen aus den Düsen 5, 5' austreten. Sie erzeugen in den Rohren 2 eine starke Gasbeschleunigung, wodurch die an den Rohrwandungen anhaftenden feinen Russteilchen abgelöst und ausgetragen werden. Obwohl grundsätzlich möglich, werden nicht gleichzeitig alle Düsen in Betrieb gesetzt, sondern serienweise oder nacheinander. Damit wird erreicht, dass ein Spülvorgang den Betrieb des Wärmetauschers praktisch nicht stört und die Spülgaszufuhrleitungen wirtschaftlich dimensioniert werden können.

Beispiel

In einer Anlage zur Herstellung von Furnaceruss wird ein pulverförmiger Russ mit folgenden Prüfdaten hergestellt:

Jodadsorption	(DIN 53 582)	mg/g	46
Stickstoffoberfläche	(DIN 66 131)	m ² /g	45
Teilchendurchmesser elektronenmikroskopisch		nm	41
DBP-Absorption	(DIN 53 601)	ml/100 g	125
Farbstärke			
IRB 3 = 100	(DIN 53 234)	%	70
pH-Wert	(DIN 53 200)		9,5

Die Herstellung dieses Russes erfolgt durch Erzeugen eines Stromes heisser Verbrennungsgase durch Umsatz von Luft mit Brennstoff (z.B. Brenngas) und Einsprühen eines hocharomatischen Russrohstoffes in die heissen Verbrennungsabgase. Nach der Russbildung wird Wasser eingesprüht und der russhaltige Abgasstrom zuerst durch ein System von Wärmetauschern und dann durch Filter, die den Russ vom Abgas trennen, geschickt.

Im vorliegenden Fall wurde ein Abgasmengenstrom von 6250 Nm³/h mit einer Temperatur von 780°C in den ersten Wärmetauscher geschickt. In diesem wasserdampfhaltigen Abgasstrom waren ca. 1050 kg/h des oben definierten Russes enthalten. Das von Wasserdampf befreite Abgas hat folgende Zusammensetzung:

Stickstoff	61,9%
Wasserstoff	20,1%
Kohlenmonoxid	13,8%
Kohlendioxid	4,1%
Methan	0,1%

In dem ersten Wärmetauscher wird das Russ-Abgasgemisch durch Kühlung mit 3300 Nm³/h Prozessluft auf 570°C abgekühlt.

Um nun das russhaltige Abgas einem mit Glasfilterschläuchen ausgestatteten Filter zuführen zu können, musste die Temperatur auf mindestens 280°C abgesenkt werden. Hierzu wurde das Abgas durch einen zweiten Wärmetauscher geschickt, der folgende Baudaten aufwies:

Abgasführende Rohre: 57 Stück

43,1 mm Innendurchmesser

13060 mm Länge

Dieser Wärmetauscher wurde auf der Kühlluftseite mit 12 000 Nm³/h Luft von 70°C beschickt. Gleichzeitig wurden die abgasführenden Rohre (meistens jeweils 2 Rohre zugleich) 3 Sekunden stossweise mit 0,83 kg Dampf von 310°C gespült, wobei der Dampf eine Austrittsgeschwindigkeit von 960 m/sec aufwies. Der Spülzyklus war nach 90 sec abgeschlossen, worauf eine Totzeit von 7 Minuten folgte. Bei dieser Arbeitsweise brachte der Wärmetauscher eine Abkühlung des russhaltigen Abgases von 570° auf 280°C. Der Druckverlust im Wärmetauscher betrug 65 mbar. Eine Wassereinspritzung hinter dem Wärmetauscher zur Absenkung der Temperatur auf die zulässige Temperatur des nachfolgenden Schlauchfilters war nicht erforderlich.

Zum Vergleich wurden die gleichen Bedingungen in der Russherzeugungsanlage und in der Wärmetauscher/Abscheideanlage beibehalten, jedoch die Dampfspülung abgestellt. Bereits nach 60 Minuten kühlte der Wärmetauscher das russhaltige Abgas nur noch von 570° auf 350°C ab und der Druckverlust stieg auf 95 mbar an.

Dieses Experiment zeigt für die erfindungsgemässe Arbeitsweise folgende Vorteile auf:

1. Durch die Dampfspülung bleiben die Wärmetauscherrohre frei und bedingen einen geringen Druckabfall.

2. Durch den geringen Druckabfall können höhere Mengendurchsätze gefahren werden.

3. Durch die Dampfspülung wird dem russhaltigen Abgas mehr Wärme entzogen, so dass direkt in ein Schlauchfilter gefahren werden kann.

4. Ohne die Dampfspülung müsste hinter dem Wärmeaustauscher noch einmal Wasser eingespritzt werden, was durch Knötchenbildung zu einer Verschlechterung der Russqualität führt.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum periodischen Abreinigen der mit einem Prozessgas durchströmten Rohre eines zur Wärmeabfuhr aus einem heissen, feindispersen Feststoff enthaltenden Prozessgasstrom verwendeten Wärmeaustauschers von Ablagerungen des Feststoffs, wobei Strahldüsen (5) zentrisch über den auf einer Seite des Wärmeaustauschers befindlichen Mündungen der Prozessgasrohre (2) justiert sind und mit einer mit Absperrorganen (3) versehenen Leitung (4) für die periodische Zufuhr eines gegenüber dem Prozessgas Überdruck aufweisenden Reinigungsgases in Verbindung stehen, dadurch gekennzeichnet, dass die Strahldüsen über den Gaseintrittsmündungen der Prozessgasrohre und die Zufuhrleitungen (4) für das Reinigungsgas jeweils über einer auf einer Linie liegenden Rohrserie angeordnet sind, wobei mindestens jeweils zwei dieser Zufuhrleitungen übereinander liegen und die untere, kürzere Leitung (4') aussenliegende und die obere Leitung innenliegende Düsen versorgt und wobei die Länge der aussen- und innenliegenden Strahldüsen so bemessen ist, dass ihre Austrittsöffnungen in derselben Ebene münden.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die durch das Prozessgasanströmrrohr (6) am Wärmeaustauscher geführten Zufuhrleitungen (4, 4') für das Reinigungsgas mit dem Anströmrrohr starr verbunden sind und die zuoberste Zufuhrleitung in zwei am Ende geschlossene, in kleinem Abstand einander gegenüberliegende Leitungsabschnitte geteilt ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Enden der beiden Leitungsabschnitte in einer Gleitführung (7) aufgenommen sind.

4. Vorrichtung nach den Ansprüchen 1 - 3, dadurch gekennzeichnet, dass die einzelnen Zufuhrleitungen für das Reinigungsgas zu einer Hauptleitung (9) zusammengefasst sind und in letzterer ein Druckimpulsgeber (10) zur Registrierung der Abreinigungsperioden eingebaut ist.

5. Vorrichtung nach den Ansprüchen 1 - 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Druckimpulsgeber (10) im Bereich einer in der Hauptleitung eingebauten Blende oder eines in der Hauptleitung eingebauten Venturirohrs (11) angeschlossen ist.

6. Vorrichtung nach den Ansprüchen 1 - 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Strahldüsen (5) als Levaldüsen ausgebildet sind.

7. Verfahren zum Abreinigen der mit einem heissen, feindispersen Feststoff enthaltenden Prozessgasstrom beaufschlagten Rohre eines Wärmeaustauschers von Ablagerungen des Feststoffs mittels der Vorrichtung nach den Ansprüchen 1 - 6, dadurch

gekennzeichnet, dass man die Rohre während des kontinuierlichen Prozessbetriebs periodisch mit einem zentrisch in die Gaseintrittsmündungen der Rohre gerichteten, schlagartig freigesetzten und kurzzeitig aufrechterhaltenen Gasstrahl hoher Geschwindigkeit spült.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Gasstrahl Überschallgeschwindigkeit hat.

9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass man die Rohre während eines Abreinigungszyklus mittels der einzelnen Leitungen für das Reinigungsgas zugeordneten Absperrorgane serienweise spült.

10. Verfahren nach den Ansprüchen 7 - 9, dadurch gekennzeichnet, dass man für die Abreinigungsperiode ein empirisch ermitteltes Zeitintervall wählt, in dem keines der Wärmeaustauscherrohre mit Feststoff zuwachsen kann.

11. Verfahren nach den Ansprüchen 7 - 10, dadurch gekennzeichnet, dass man die Manteltemperatur der Aussenrohre überwacht und bei Unterschreiten eines empirisch oder rechnerisch ermittelten Schwellenwertes den Spülvorgang auslöst.

12. Verfahren nach den Ansprüchen 7 - 11, dadurch gekennzeichnet, dass man die Temperatur des aus den aussenliegenden Wärmeaustauscherrohren abströmenden Prozessgases überwacht und bei Überschreiten eines vorgegebenen Wertes den Spülvorgang auslöst.

13. Verfahren nach den Ansprüchen 7 - 12, dadurch gekennzeichnet, dass man mit Heissdampf oder Trockengasen spült.

14. Verfahren nach den Ansprüchen 7 - 13, dadurch gekennzeichnet, dass man mit einem pulsierenden Gasstrahl spült.

15. Verwendung der Vorrichtung nach den Ansprüchen 1 - 6 zur Wärmeabfuhr aus dem Prozessabgas der Gewinnung von Russen oder pyrogenen anorganischen Oxiden, insbesondere Siliciumdioxid.

Revendications

1. Dispositif pour le nettoyage périodique des tubes parcourus par un gaz en cours de traitement d'un échangeur de chaleur utilisé pour l'évacuation de la chaleur d'un courant de ce gaz chaud, contenant une matière solide finement dispersée, en éliminant des dépôts de cette matière solide, des tuyères de projection (5) étant ajustées centralement sur les embouchures, qui se trouvent sur un côté de l'échangeur de chaleur, des tubes (2) du gaz traité et étant en liaison avec une conduite (4) pourvue d'organes d'arrêt (3), destinée à fournir périodiquement un gaz de nettoyage présentant une surpression par rapport au gaz traité, dispositif caractérisé en ce que les tuyères de projection sont placées sur les embouchures d'entrée du gaz des tubes à gaz traité, et les conduites d'alimentation (4) en gaz de nettoyage sont placées chaque fois sur une série de tubes placées sur une ligne, deux au moins de ces conduites d'alimentation étant superposées, la conduite inférieure plus courte (4') alimentant les tuyères placées à l'extérieur et la conduite supérieure alimentant les tuyères

placées à l'intérieur, les longueurs des tuyères de projection placées à l'extérieur et à l'intérieur étant telles que leurs orifices de sortie débouchent sur le même plan.

2. Dispositif suivant la revendication 1, caractérisé en ce que les conduits d'alimentation (4, 4') en gaz de nettoyage passant dans le tube (6) d'entrée du gaz traité de l'échangeur de chaleur, sont reliées rigidement avec ce tube d'arrivée, et que la conduite d'alimentation la plus haute est divisée en deux sections, fermées à leurs extrémités, qui se font face à une courte distance.

3. Dispositif suivant la revendication 2, caractérisé en ce que les bouts des deux sections de conduit sont reçus dans une douille de guidage (7) à coulissement.

4. Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les différentes d'alimentation en gaz de nettoyage sont rassemblées en une conduite principale (9) et qu'il est incorporé, dans cette dernière, un émetteur d'impulsions de pression (10) pour enregistrer les périodes de nettoyage.

5. Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que l'émetteur d'impulsions de pression (10) est raccordé dans la zone d'un écran, inséré dans la conduite principale, ou d'un tube Venturi (11) inséré dans cette conduite principale.

6. Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que les tuyères de projection (5) sont réalisées sous la forme de buses de Laval.

7. Procédé pour nettoyer les tubes d'un échangeur de chaleur agissant sur le courant de gaz chaud en cours de traitement, contenant une matière solide finement en éliminant les dépôts de matière solide au moyen du dispositif suivant l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que l'on balaie les tubes pendant le fonctionnement continu de l'appareil, périodiquement, avec un jet de gaz à grande vitesse, dirigé centralement sur les embouchures d'entrée de gaz des tubes, libéré par à-coups, et qui se maintient pendant une courte durée.

8. Procédé suivant la revendication 7, caractérisé en ce que le jet de gaz a une vitesse supersonique.

9. Procédé suivant l'une des revendications 7 ou 8, caractérisé en ce que l'on balaie les tubes, pendant un cycle de nettoyage, par séries, au moyen des organes d'arrêt associés aux différentes conduites de gaz de nettoyage.

10. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 7 à 9, caractérisé en ce que l'on choisit pour les périodes de balayage, un intervalle de temps déterminé empiriquement, pendant lequel aucun des tubes de l'échangeur de chaleur ne peut s'obturer avec la matière solide.

11. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 7 à 10, caractérisé en ce que l'on surveille la température de l'enveloppe des tubes extérieurs et déclenche l'opération de balayage quand elle descend en dessous d'une valeur seuil, déterminée empiriquement ou par le calcul.

12. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 7 à 11, caractérisé en ce que l'on surveille

la température du gaz traité sortant des tubes extérieurs de l'échangeur de chaleur, et déclenche l'opération de balayage quand elle dépasse une valeur seuil prescrite.

13. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 7 à 12, caractérisé en ce que l'on opère le balayage avec de la vapeur chaude ou des gaz secs.

14. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 7 à 13, caractérisé en ce que l'on opère le balayage avec un jet de gaz pulsé.

15. Utilisation du dispositif suivant l'une quelconque des revendications 1 à 6, pour l'évacuation de la chaleur des gaz perdus provenant d'une opération de fabrication de noirs de carbone ou d'oxydes minéraux, en particulier de dioxyde de silicium obtenu par la voie pyrogène.

Claims

1. An apparatus for the periodic cleaning of the pipes, through which a process gas flow, of a heat exchanger used for the removal of heat from a hot stream of process gas containing a finely-dispersed solid, from deposits of the solid, in which apparatus discharge nozzles (5) are adjusted centrally above the orifices of the process gas pipes (2) located on one side of the heat exchanger and are connected to a line (4) provided with stop members (3), for the periodic supply of a cleaning gas which is under excess pressure with respect to the process gas, characterised in that the discharge nozzles are positioned above the gas inlet orifices of the process gas pipes and the lines (4) to supply the cleaning gas are each positioned above a series of pipes positioned on a line, and at least two of these supply lines are superimposed in each case and the lower, shorter line (4') supplies external nozzles and the upper line supplies internal nozzles and the length of the external and internal discharge nozzles is calculated such that their outlet openings discharge in the same plane.

2. An apparatus according to claim 1, characterised in that the supply lines (4, 4') for the cleaning gas which are guided through the process gas inflow pipe (6) to the heat exchanger are rigidly connected to the inflow pipe, and the uppermost supply line is divided into two line sections which are closed at the end and are opposite each other in a small spacing.

3. An apparatus according to claim 2, characterised in that the ends of the two line sections are accommodated in a sliding guide (7).

4. An apparatus according to claims 1 to 3, characterised in that the individual supply lines for the cleaning gas are combined into a main line (9) and a pressure pulse generator (10) to register the cleaning periods is installed in the main line (9).

5. An apparatus according to claims 1 to 4, characterised in that the pressure pulse generator (10) is connected in the region of a screen installed in the main line or in the region of a Venturi tube (11) installed in the main line.

6. An apparatus according to claims 1 to 5, characterised in that the discharge nozzles (5) are designed as Laval nozzles.

7. A process for cleaning the pipes of a heat ex-

changer which are charged with a hot stream of process gas containing a finely-dispersed solid, from deposits of the solid using the apparatus according to claims 1 to 6, characterised in that the pipes are periodically flushed during the continuous process operation with a gas stream of a high speed which is directed centrally into the gas inlet orifices of the pipes, is released suddenly and is maintained for a short time.

8. A process according to claim 7, characterised in that the gas stream has supersonic speed.

9. A process according to claim 7 or 8, characterised in that the pipes are flushed in series during a cleaning cycle by stop members allocated to the individual lines for the cleaning gas.

10. A process according to claims 7 to 9, characterised in that an empirically determined time interval is selected for the cleaning period, in which interval none of the heat exchanger pipes may become congested with solids.

11. A process according to claims 7 to 10, characterised in that the casing temperature of the external pipes is monitored and the flushing procedure is initiated when the temperature falls below an empirically- or computation-determined threshold value.

12. A process according to claims 7 to 11, characterised in that the temperature of the process gas flowing out of the external heat exchanger pipes is monitored and the flushing procedure is initiated when a pre-determined value is exceeded.

13. A process according to claims 7 to 12, characterised in that flushing is carried out using superheated steam or dry gases.

14. A process according to claims 7 to 13, characterised in that flushing is carried out using a pulsating stream of gas.

15. The use of the apparatus according to claims 1 to 6 for the removal of heat from the process waste gas of the production of carbon blacks or pyrogenic inorganic oxides, in particular silicon dioxide.

25

30

35

40

45

50

55

60

65

7

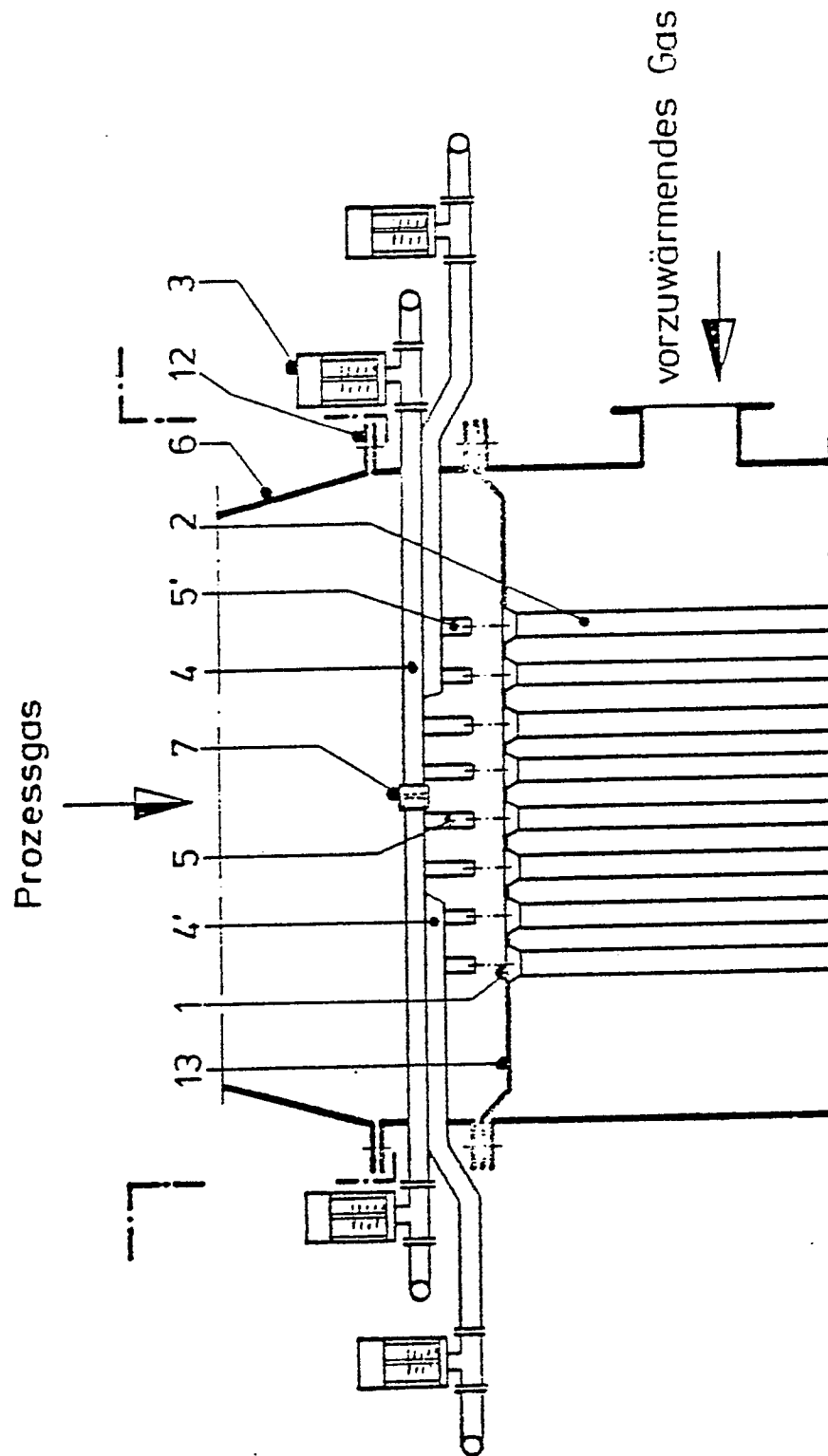


Fig. 1

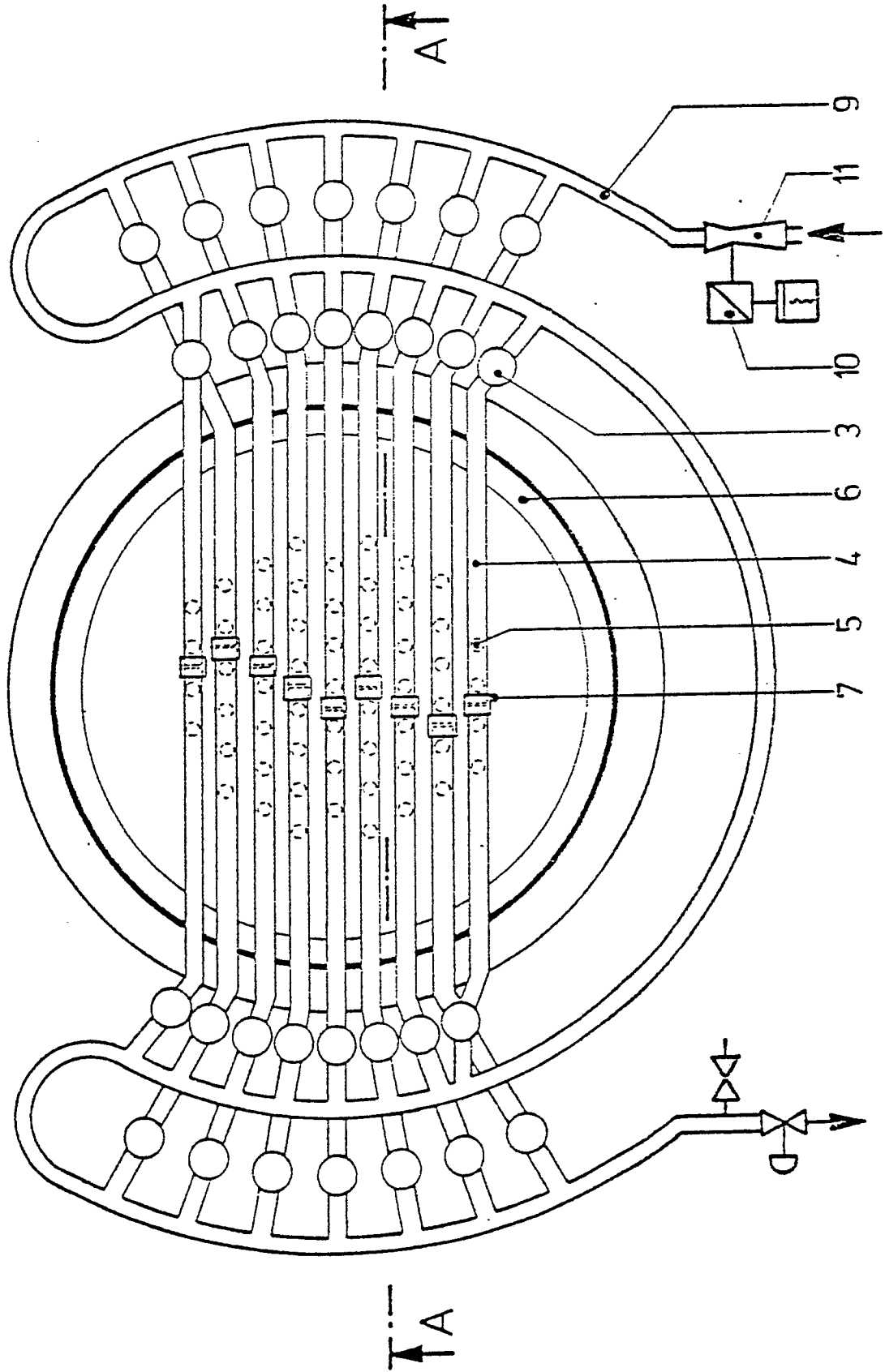


Fig. 2